

Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Modalidad individual.



Título: Utilización del destrío de tomate en la alimentación caprina.

Nombre: Dandlen Joaquín

Nº de Legajo: 26357/9

DNI: 35.332.393

Dirección de correo electrónico: chipi_dandlen@hotmail.com

Teléfono: 02314-616260

Nombre del Director: Dr. Rubén Arias

Nombre del Co – Director: Ingeniera Agrónoma María Soledad Trigo

Fecha de entrega: 13/03/20

INDICE	PÁG.
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABREVIATURAS.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	13
Experimento1: <i>Determinación del consumo de materia seca total (CMST), energía metabolizable (CTEM), proteína bruta (CTPB), porcentaje de FDN de la ración y digestibilidad total in vivo de la materia seca consumida (DTIVMS)</i>	14
Experimento2: <i>Efecto de la incorporación del destrío de tomate sobre el pH ruminal y la degradabilidad in situ del destrío de tomate y del heno utilizado</i>	16
RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
CONCLUSIONES.....	20
BIBLIOGRAFIA.....	21

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	PÁG.
Tabla 1: Composición química de los alimentos utilizados.....	28
Tabla 2: Análisis de medidas del CMST, CMSHM, CTEM, CTPB y DTIVMS según tratamiento.....	29
Grafico 1: Porcentaje de FDN según dietas.....	30
Grafico 2: Evolución diaria del pH ruminal según tratamiento.....	31
Grafico 3: Degradabilidad ruminal del heno de moha según tratamiento.....	32
Grafico 4: Degradabilidad del heno de moha vs ensilado de tomate.....	33

Agradecimientos

Al Dr. Rubén Arias, por su excelente predisposición y acompañamiento durante el transcurso de la tesina, al Co – Director María Soledad Trigo, mis evaluadores, Costa, María Lorenza y Cordiviola, Carlos Ángel que comprometidamente se brindaron a la evaluación y al aporte, enriqueciendo el trabajo.

A mi familia que me ayudaron todo este tiempo, permitiendo cumplir mis objetivos.

A la Cátedra de Introducción a la Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Ciudad de La Plata que me brindo todas las herramientas para llevar a cabo el trabajo.

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación del destrío de tomate en la alimentación de cabras cruza criolla x Nubian. El estudio se realizó en la Unidad Experimental de la FCAyF. Se utilizaron cuatro cabras criolla x Nubian, no gestantes, secas y fistuladas ruminalmente con cánulas permanentes en un diseño experimental cruzado (*cross-over*) con cuatro repeticiones y 7 días de *wash out* entre períodos. Las dietas fueron: heno de moha (1,5 Kg/día/cabra) y afrechillo de trigo (0,220 kg/día/cabra) dieta testigo (D_0). Destrío de tomate (0,500Kg/día/cabra) en base fresca, heno de moha (1 Kg/día/cabra), afrechillo de trigo (0,220 kg/día/cabra) y balanceado 16%PB (0,100 kg/día/cabra) (D_1). Mediante un análisis de ANOVA y el test Tukey para el análisis de comparación de medias, se observó que el CMST no registró diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos. El PV y el CTEM fue significativamente mayor ($p<0,05$) para la dieta que incluyó destrío de tomate y el CTPB verificó una tendencia ($p= 0,06$) en ese mismo sentido. El CMSHM fue menor ($p<0,05$) para la dieta en la que se utilizó destrío de tomate. En la DTIVMS no se observaron diferencias ($p>0,05$) entre tratamientos y el porcentaje de FDN de las dietas tendió ($p=0,059$) a ser menor para el tratamiento D_1 . El pH ruminal promedio del día, área bajo la curva y horas por debajo del pH umbral no arrojó diferencias ($p>0,05$). La degradabilidad ruminal del heno de moha verificó igual comportamiento ($p>0,05$) en D_0 y D_1 . Las degradabilidades ruminales del ensilado de tomate y el heno de moha no evidenciaron diferencias ($p>0,05$). La incorporación de destrío de tomate ensilado en dietas para cabras, mejoró los niveles de consumo energía metabolizable y permitió convertir un desecho de la industria hortícola en un recurso apto para la alimentación de pequeños rumiantes.

ABREVIATURAS:

CMST: CONSUMO DE MATERIA SECA TOTAL.

CMSHM: CONSUMO DE MATERIA SECA DE HENO DE MOHA

CTEM: CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA METABOLIZABLE.

CTPB: CONSUMO TOTAL DE PROTEÍNA BRUTA.

DTIVMS: DIGESTIBILIDAD TOTAL *IN VIVO* DE LA MATERIA SECA CONSUMIDA.

EM: ENERGÍA METABOLIZABLE.

**FCAYF: FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.**

FDA: FIBRA DETERGENTE ACIDO.

FDN: FIBRA DETERGENTE NEUTRO.

MS: MATERIA SECA.

PB: PROTEINA BRUTA.

Pf: PESO FINAL.

Pi: PESO INICIAL.

PV: PESO VIVO.

UFL: UNIDADES FORRAJERAS LECHE.

VS: VERSUS.

1. INTRODUCCIÓN

a) Producción caprina mundial

En el mundo, se calcula que existen alrededor de 1.034 millones de cabezas de caprinos domésticos (*Capra aegagrus hircus*) con un crecimiento poblacional del 16,1 % en los últimos 10 años. La producción caprina se concentra en países en desarrollo y con condiciones poco propicias para afrontar otro tipo de ganadería. Asimismo, es desarrollada en mayor parte por pequeños productores, asociados a sistemas de subsistencia o familiar, con destino al autoconsumo y la venta doméstica (FAOSTAT, 2017). Alrededor del 93,1% de la población mundial de cabras se encuentra en Asia y África y solo el 4,3% en América. China es el principal país productor con al menos 140 millones de cabezas, seguido por India con 133 millones y Pakistán con alrededor de 55 millones. La producción de carne caprina a nivel mundial es de 5,8 millones de toneladas con una tasa de crecimiento de alrededor del 38% en el periodo 2004-2017. Sin embargo, a pesar de este crecimiento, la carne caprina representa solo el 1,7% de la producción mundial de carnes (FAOSTAT, 2017). Los principales productores son China, India, Pakistán, Sudán, entre otros. Dentro de América del sur, Brasil constituye el principal productor (FAOSTAT, 2017)

b) La producción caprina en Argentina

La producción caprina se desarrolla en áreas geográficas marginales, con escasos recursos forrajeros siendo la principal fuente de consumo el pastizal natural. El stock caprino es de aproximadamente 4.860.000 cabezas, las que en su mayoría se encuentran distribuidas en hatos con menos de 500 animales y en alrededor de 47.404 establecimientos. Neuquén, Mendoza, Chaco y Santiago del Estero son las provincias que concentran la mayor cantidad de cabezas y establecimientos, con alrededor del 59% del stock nacional (SIGSA, 2017).

La Patagonia concentra el 25,2% de la existencia nacional, predominando la cabra Angora destinada a la producción de fibra mohair. Las regiones del Centro, Noroeste y

Noreste del país representan el 74,8% del total de las existencias. La producción es llevada adelante principalmente con cabras criollas para la obtención de cabritos, seguido de la producción láctea, fibra y cueros (SIGSA, 2017).

En el 2017 se faenaron aproximadamente 105.000 cabezas anuales representando los cabritos el 65-70% del total (Minagri, 2017) y se exportaron 172 toneladas de carne, siendo China, Centroamérica y Jamaica los principales destinos (INDEC, 2017); Minagri, 2017

Buenos Aires posee aproximadamente 62.000 caprinos de las cuales 26.000 son cabras adultas, y un total de alrededor de 1.582 establecimientos. La estratificación de los establecimientos según el tamaño del hato demuestra que 1.513 establecimientos poseen hasta 100 animales, 40 entre 101 a 250 animales, 9 entre 251 a 500 cabezas y los 20 restantes poseen más de 501 animales por establecimiento (SIGSA, 2017)

Recientemente se ha ido desarrollando la producción láctea, donde los establecimientos tienen un manejo semi-intensivo/intensivo, dedicado de forma secundaria a la venta de cabritos para carne. La mayoría de estos establecimientos tienen cabras de raza Saanen y en menor proporción de raza Anglo Nubian. En la provincia de Buenos Aires en el período comprendido entre Junio 2005 – Mayo 2006 el volumen obtenido fue de aproximadamente 119 mil litros de leche (Correa, 2006)

En los últimos años la creciente intensificación de la producción animal ha derivado en una mayor dependencia del aporte externo de alimentos concentrados y forrajes conservados, generalmente de elevado costo que, junto con la volatilidad de los precios, supone la amenaza más importante para la viabilidad del sector (Castel Genis *et al.*, 2007). Por lo tanto, es necesario encontrar alimentos alternativos de bajo costo, siendo relevantes los subproductos agroindustriales.

c) Fisiología digestiva del ganado caprino

Los herbívoros, de acuerdo al tipo de dieta que consumen se clasifican en: consumidores de hierba y forraje (vacunos, ovinos); seleccionadores de concentrados,

que no toleran alto contenido de fibra y se ven obligados a seleccionar las partes menos fibrosas de las plantas y los consumidores intermedios, entre los cuales se incluye a la especie caprina (Hofmann,1989). Los consumidores intermedios o también denominados, consumidores oportunistas, cambian su conducta de alimentación de acuerdo a las variaciones estacionales de la disponibilidad de la dieta y son mucho más versátiles que las otras dos categorías de animales, (Papachristou, 1994; Fedele *et al.*, 1999). Por lo tanto la cabra sería clasificada como un consumidor intermedio u oportunista.

El retículo-rumen de la cabra es más pequeño en relación con su tamaño corporal y esfínter retículo-omasal mayor, haciendo que el tiempo de retención de las partículas del alimento sea menor, permitiendo una rápida tasa de pasaje y que el nivel de consumo sea elevado (Gioffredo & Petryna, 2010). Por lo tanto, al considerar la cabra como un consumidor intermedio: (i) Son buenos consumidores selectivos, (ii) tienen una actividad eficiente de la masticación y del rumen; (iii) son capaces de aprovechar tanto dietas ricas en fibra por una ampliación considerable del aparato digestivo, como así también en concentrados, (iv) pueden tolerar el bajo consumo de agua, (v) elevada secreción de saliva, (vi) alta superficie de absorción de gran parte del epitelio del rumen, que protegen al animal del riesgo de acidosis (Silanikove, 2000).

Debido a estas características, las cabras pueden adaptarse a una amplia gama de condiciones de alimentación, modifican su conducta alimenticia de acuerdo a la disponibilidad de forrajes o concentrados, siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos pudiéndose adaptar tanto a pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (Rapetti & Bava,2008).

d) Subproductos de la actividad hortícola

La actividad hortícola genera una gran cantidad de biomasa residual, la cual comúnmente presenta un alto potencial nutritivo, dado que al cosechar los frutos, el follaje que queda, consistente en tallos, hojas y frutos no comercializables, es tierno,

con altos contenidos de proteína, alta digestibilidad y de elevada palatabilidad (Manterola *et al.*, 1999, Moreno, 1988). Durante el 2013, en el Mercado Central de Buenos Aires, se perdieron 4.200 toneladas de frutas y verduras no aptas para su comercialización, entre las que se encuentran tomates, zanahorias, peras, cebollas, papas, zapallitos y melones, entre otras (Basso *et al.*, 2016; Agroindustria, 2017). Los residuos de las diferentes producciones, al ser acumulados ocasionan serios problemas de contaminación ambiental (Giuffré, 2008). Los mismos son muy perecederos por la gran cantidad de agua que contienen, limitando su disponibilidad temporal (Úbeda Echarte, 2004).

El tomate perita (*Lycopersicon esculentum*), contiene principios nutritivos adecuados para el consumo animal los que pueden ser aprovechados como fuente de alimento haciendo posible la reutilización de las grandes cantidades de residuos generados en las distintas etapas de la actividad agroindustrial (Abbeddoua, 2008).

Los restos orgánicos que se derivan del cultivo de tomate son cuatro:

- a) Material vegetal de las tomateras a lo largo del cultivo (deshoje),
- b) Material vegetal de las tomateras de la zafra,
- c) Tomate de retirada
- d) Destrío de tomate.

El destrío es el más estudiado, definiendo al mismo como aquel fruto no seleccionado para la comercialización. El material es bastante putrescible, especialmente en períodos cálidos. Su utilización en fresco está condicionada por plazos muy breves de 1 a 2 días. Su elevada humedad, característica muy extendida en este tipo de subproducto, dificulta tanto su transporte como almacenamiento, condicionando su utilización a áreas próximas a la zona de producción (Dupuis, 2015).

Uno de los métodos de conservación de estos alimentos es el ensilado, cuyo objetivo es la conservación del forraje a largo plazo mediante la fermentación por bacterias lácticas, que actúan con los carbohidratos solubles de la planta, produciendo

principalmente ácido láctico como producto de la fermentación (Harris, 1993). La suficiente producción de ácido láctico, elemento nutritivo y conservador, evita la formación de productos secundarios no palatables o innecesarios permitiendo alcanzar bajos valores de pH (3,8 – 4) que impide la proliferación de organismos no deseados como por ejemplo *Clostridium* que causa fermentación butírica, originando sabores desagradables en el ensilaje (Frioni, L. 1999).

Las concentraciones promedio de ácido láctico del ensilaje de tomate son comparables a los obtenidos en ensilaje de maíz (Cerdá & Manterola, 2018) El ensilajes de maíz con un porcentaje de materia seca entre 23 y 38% puede tener de 8.1% hasta 4.7% de ácido láctico respectivamente (Villa *et al.*, 2010).

Debido a que estos subproductos tienen un 6% de materia seca, el problema que puede producirse es que el alto contenido de agua provocaría una dilución de los ácidos orgánicos y la proliferación de bacterias acetogénicas y butirogénicas, además de las proteolíticas, generando un ensilaje de mala calidad, con olores penetrantes y que causan el rechazo por parte del animal (Wernli & Hargreaves, 1988).

El tomate contiene un valor de humedad superior al 93% y de materia orgánica cercano al 90%. Según FEDNA, (2016) su aporte de proteína bruta (PB) es elevado 18,5% con una concentración energética de 2,63 Mcal de Energía Metabolizable (EM), 4,4 % de almidón, 57,8% de FDN y 51,1 % de FDA.

Además presenta 3,96 % de carbohidratos solubles totales (Alarcón-Zayas *et al.*, 2018) y una relación carbohidrato soluble/proteína adecuada (0,22) segun Duthil, (1980), es decir brinda elevado contenido de carbohidratos en relación a las proteínas que junto con la elevada humedad asegura una alta concentración de azúcares fermentescibles y bajo de proteínas, evitando la degradación de estas últimas, las cuales si son degradadas producen amonio que neutraliza al ácido láctico, restándole calidad al producto (Frioni, L 1999).

Independientemente de que el tomate se ensile correctamente es necesario la mezcla con paja de cereal debido a la elevada humedad que presenta. Entre las limitaciones se encuentra: su transporte, manejo durante la descarga de los camiones, lixiviado con poder corrosivo que daña los comederos, por lo tanto es conveniente el uso de forrajes como absorbentes para así evitar pérdidas de nutrientes provocadas por una excesiva lixiviación de líquidos del material ensilado (McDonald *et al.*, 1991).

El destrío de tomate (Romero-Huelva *et al.*, 2012) puede incluirse en la dieta de cabras lecheras, no obstante, es necesario implementar estrategias alimenticias que faciliten el manejo práctico de estos materiales, que no comprometan el nivel de producción de las explotaciones e incluso que aporten un valor diferencial a los productos (García *et al.*, 2017).

Megías *et al.* (2008) utilizaron una mezcla de destrío de tomate y paja trigo en dietas para ovinos y concluyeron que presenta la virtud de ser un alimento fibroso que aporta una mayor cantidad de proteína y digestibilidad que la paja de trigo. Además, puede conservarse durante un largo periodo de tiempo y muestra un valor nutritivo que puede cubrir las necesidades de mantenimiento de pequeños rumiantes.

El residuo de tomate, con un contenido en proteína bruta de un 18-24 %, representa una fuente de proteína en gran parte no degradable en el rumen y aparentemente digestible en el duodeno. Sin embargo, su utilización podría estar limitada por su elevada proporción de *extracto etéreo* que puede interferir la fermentación ruminal. Por las mismas razones, administrado como parte de una dieta forrajera, es conveniente no incorporarlo en porcentajes superiores al 20 % en la ración (Gasa, 1992).

Según Álvarez *et al.* (2015) el tomate de destrío en fresco mezclado con paja de trigo o pulpa de remolacha, presentó una aceptable ensilabilidad, buena calidad fermentativa y estabilidad en el tiempo (mejor el de pulpa de remolacha) y un valor nutritivo de 11.5% PB y 0.77-0.93 unidades forrajeras leche (UFL). Incorporado en dietas para cabras, en una proporción del 15-20% sobre materia seca presentó

elevada producción lechera media con buena calidad (5.50% de grasa, 4.39% de proteína y 15.21% de extracto seco) y rendimiento quesero en fresco de 5.54 l /kg queso) y 9.44 l/kg queso curado (Álvarez, 2014).

La creciente intensificación del caprino lechero ha derivado en una mayor dependencia del aporte externo de alimentos concentrados y forrajes conservados, generalmente de elevado costo (Castel Genis *et al.*, 2007) que, junto con la volatilidad del precio de la leche, supone la amenaza más importante para la viabilidad del sector.

Según López *et al.*, (2015) utilizando ensilado de pulpa de tomate (dieta húmeda) vs una dieta seca en engorde de terneros, verificaron diferencias significativas en un menor consumo y evolución de peso para la dieta húmeda.

Kusina *et al.* (2001) en un ensayo con cabras en lactancia comprobaron que la mayor ingesta de destrío de tomate durante 90 días, resultó en un mayor peso vivo final y condición corporal producto de una mayor ingesta de energía, respecto a la dieta sin destrío.

Por tanto se hace necesario profundizar en el conocimiento de la capacidad de aportar nutrientes que tienen los subproductos agroindustriales con mayor disponibilidad local (Molina-Alcaide *et al.*, 2010).

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

a) Objetivo general

El objetivo de este trabajo es evaluar la incorporación del destrío de tomate en la alimentación de cabras cruza criolla x Nubian.

b) Objetivos específicos

- A) Determinar la composición química de los alimentos de las dietas probadas.
- B) Evaluar el consumo de la materia seca total de la dieta asignada, del destrío de tomate, del forraje (heno de moha) y el efecto de la incorporación del destrío sobre la digestibilidad de la materia seca total consumida.

- C) Evaluar el efecto de la incorporación del destrío de tomate sobre el pH ruminal.
- D) Determinar la degradabilidad *in situ* del destrío de tomate y del heno utilizado.

c) Hipótesis:

El ensilado de destrío de tomate, de acuerdo a sus características nutricionales, es un alimento apto para ser incorporado en dietas para caprinos en mantenimiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS:

a) Animales e instalaciones

El estudio se realizó en la Unidad Experimental Caprina de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (FCAyF). Se utilizaron cuatro cabras cruza (Criolla x Nubian), no gestantes, secas, de 5 años de edad y fistuladas ruminalmente con cánulas permanentes, marca Bar Diamond Inc. de 5 " de diámetro en un diseño experimental cruzado (*cross-over*) con cuatro repeticiones y 7 días de *wash out* entre períodos. Las cabras fueron alojadas en compartimentos individuales (0,80m x 1,50m) con piso rejilla de madera (listones), comederos, pasteras y bebederos automáticos tipo chupete.

b) Elaboración del ensilado

Se utilizó destrío de tomate perita (*Lycopersicon esculentum*), perteneciente a una quinta del Cinturón Hortícola Platense. Las referencias bibliográficas aconsejan realizar la técnica de ensilaje para una correcta conservación del destrío, debido a que es un alimento con 25% de materia seca (MS), por ende muy perecedero. Para reducir la cantidad de líquidos del tomate antes de ensilar, utilizamos heno de moha de 95% de MS incorporado en un 10%. El heno fue picado con una cortadora de césped para lograr un tamaño partícula que permita una buena compactación. Luego se llevó adelante un mezclado homogéneo de ambos alimentos. Se utilizaron baldes de 20 lts con pico de descarga en su extremo inferior para la eliminación del lixiviado. Los mismos fueron llenados, hasta completar la totalidad de su capacidad, con la mezcla

de heno-tomate y se compactaron para lograr un medio anaeróbico que favorezca el proceso de fermentación. El material fue ensilado por 40 días previo a su utilización y se utilizó el valor de pH como indicador de estabilización.

c) Tratamientos

Las dietas suministradas fueron isoproteicas e isoenergéticas y formuladas para cubrir los requerimientos de dichas cabras (FEDNA, 2008; FEDNA, 2009) teniendo un período de quince días de acostumbramiento a cada dieta, previo a las determinaciones.

Dietas:

- I) Destrío de tomate (0,500 Kg/día/cabra) en base fresca, a una dieta que incluyo heno de moha (1 Kg/día/cabra), afrechillo de trigo (0,220 kg/día/cabra) y balanceado 16%PB (0,100 kg/día/cabra) (D₁).
- II) Heno de moha (1,5 Kg/día/cabra) y afrechillo de trigo (0,220 kg/día/cabra) dieta testigo (D₀).

La composición química de los alimentos utilizados se observan en la Tabla 1.

La composición nutricional de los alimentos se determinó en el laboratorio de Bioquímica y Fitoquímica de FCAYF.

d) Peso vivo (PV)

Se tomaron los registros del peso de los animales al comienzo y final de cada período utilizando una báscula de pesas marca Ortelli y Cia peso mín. 0,2 kg, peso máx. 500Kg.

EXPERIMENTO 1: *Determinación del consumo de materia seca total (CMST), energía metabolizable (CTEM), proteína bruta (CTPB), porcentaje de FDN de la ración y digestibilidad total in vivo de la materia seca consumida (DTIVMS).*

a) Determinación de MS y consumo alimentario individual:

Se tomaron muestras de las dietas asignadas las cuales luego fueron secadas en estufa (SOMCIC) 95-100°C (AOAC, 1995) durante 24 horas o hasta peso constante para la determinación de materia seca (MS). El contenido de materia seca fue calculado por diferencia de peso según la siguiente ecuación:

$$MS (\%) = 100 * ((P_i - P_f) / P_i)$$

Donde P_i es el peso inicial de la muestra y P_f es el peso final.

Se determinó el consumo alimentario individual de los componentes de la dietas mediante la diferencia entre la cantidad de alimento entregado y rechazado, posteriores al período de acostumbramiento. Para asegurar el carácter *ad libitum* del suministro de heno de moha, las pasteras se mantuvieron constantemente provistas registrándose las cantidades de heno agregadas para tal fin, utilizando una balanza electrónica marca Systel modelo Croma (peso mín. 0,1 Kg peso máx. 30 kg). El consumo alimentario individual fue expresado en Kg de MS.

b) Determinación del consumo total de proteína bruta (PB):

Se tomaron muestras de las diferentes dietas y previamente molidas con un molino de malla 1mm se determinó el nitrógeno total según método de Kjeldahl-N, según AOAC (1995). Se calculó el porcentaje de proteína corrigiendo el valor por un factor de corrección de x 6,25 para obtener el valor de PB. Los resultados se expresaron en Kg de PB/día consumidos según tratamiento.

c) Fibra detergente neutro (FDN)

Se tomó una muestra de cada dieta y previamente molidas con un molino de malla 1mm se determinó FDN. Se siguió la técnica de Van Soest (1991) modificada por Komarek (1994), utilizando un equipo analizador de fibra marca Ankom modelo 200. Se utilizó α -amilasa termoestable (Sigma A3306) y Na_2SO_3 (20gr) para la determinación. Los resultados se expresaron en porcentaje según tratamiento.

d) Energía Metabolizable (EM)

La EM de cada dieta se calculó mediante la utilización de tablas de aportes nutricionales del FEDNA (2016). Los consumos de EM de cada tratamiento fueron expresados en Kcal/día.

e) Determinación de la digestibilidad total aparente in vivo (DTAIV)

Por cinco días consecutivos, posteriores al periodo de acostumbramiento, se recolectó y se cuantificó la materia fecal excretada mediante un sistema de bolsa recolectora y arnés. Las mismas fueron vaciadas una vez al día pesando diariamente la totalidad de las heces y se calculó la digestibilidad total aparente *in vivo* (DTAIV) de la MS consumida a partir de la diferencia entre lo ingerido y lo excretado en relación a lo ingerido, expresada en forma porcentual (%).

EXPERIMENTO 2: Efecto de la incorporación del destrío de tomate sobre el pH ruminal y la degradabilidad in situ del destrío de tomate y del heno utilizado.

a) Determinación de pH

Se recolectó fluido ruminal mediante cánula con bomba de vacío a las 0, 4, 8 y 24 horas posteriores al suministro de la ración. Las mediciones se realizaron utilizando un peachímetro digital (Silver Cap pH 5045-3B) equipado con electrodo de punción y termo sonda calibrado con soluciones buffer a pH 4 y 7 y se calculó el valor promedio de pH ruminal. Considerando un valor de pH de 6, se calculó el área bajo la curva, como la suma del valor absoluto de las desviaciones de pH por debajo de la curva, reportados como pH × hora de muestreo/día y se interpretaron los valores de pH ruminal obtenidos.

b) Degradabilidad ruminal “in situ”

La determinación de la degradabilidad ruminal *in situ* se realizó mediante la técnica de Ørskov et al. (1980). Utilizamos bolsas de poliéster, marca Ankom, de 10 x 10 cm, de

40 a 60 micras de tamaño de poro lo cual impide la salida del alimento sin afectar la libre entrada de los microorganismos. Dentro de las bolsas, colocamos 10 mg/cm² de muestra de heno de moha, como del ensilado de tomate para asegurar un contacto adecuado de la muestra con el fluido ruminal (Galyean, 2010). El forraje y el destrío de tomate fueron incubados por un período de 48 h (Li *et al.*, 2011). Transcurrido dicho periodo, el material se retiró del rumen para ser lavado durante períodos de 10 minutos, hasta que el fluido fuese transparente y secado en estufa a 90-95°C durante 24 horas (AOAC, 1995). También se evaluó el efecto de la incorporación de destrío de tomate en la degradabilidad ruminal del heno de moha en los diferentes tratamientos. La degradabilidad se determinó a partir de la diferencia de peso de la muestra antes y después de la incubación *in situ* en las bolsas de nylon.

4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Los datos fueron analizados por el Procedimiento MIXED (SAS, 2004) para un diseño experimental tipo *cross-over*, utilizando un modelo mixto que incluyó el efecto fijo del muestreo (tratamiento, periodo) y el efecto aleatorio del animal. Se utilizó el análisis de ANOVA y el test de Tukey para el análisis de comparación de medias. Las diferencias significativa se consideraron con un valor de $p < 0,05$ y las tendencias con un valor de p entre 0,05 y 0,10.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante un análisis de ANOVA y el test Tukey para el análisis de comparación de medias, se observó que el CMST de las cabras no registró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos (Tabla 2). El PV y el CTEM fueron significativamente mayor ($p < 0,05$) para la dieta que incluyó destrío de tomate y el CTPB verificó una tendencia ($p = 0,06$) en ese mismo sentido (Tabla 2). Respecto al CMSHM fue significativamente menor ($p < 0,05$) para la dieta en la que se utilizó destrío de tomate

(Tabla 2). En relación a la DTIVMS no se observaron diferencias ($p>0,05$) entre tratamientos (Tabla 2) y el porcentaje de FDN de las dietas verificó una tendencia ($p=0,059$) menor para el tratamiento D_1 (Gráfico 1).

En el experimento 2, el pH ruminal promedio del día, área bajo la curva y horas por debajo del pH umbral, no arrojó diferencias significativas ($p>0,05$) para las diferentes dietas (Gráfico 2). La degradabilidad ruminal del heno de moha verificó igual comportamiento ($p>0,05$) en D_0 y D_1 (Gráfico 3). Las degradabilidades ruminales del ensilado de tomate y el heno de moha no evidenciaron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) (Gráfico 4).

Debido a la disponibilidad de destrío de tomate recolectado en la zona de influencia de la realización del trabajo, se coincide con Manterola *et al.*, (1999); Moreno, (1988); Basso *et al.*, (2016) y Agroindustria, (2017) que la actividad hortícola genera una gran cantidad de biomasa residual con alto potencial nutricional y su utilización contribuiría a reducir serios problemas de contaminación ambiental (Giuffré, 2008).

En concordancia con Wernli & Hargreaves (1988), Dupuis (2015) el destrío de tomate, debido a su alto contenido de humedad dificulta su transporte y almacenamiento, por lo tanto el proceso de ensilaje resultó el método más adecuado de conservación (Harris, 1993; Frioni, 1999).

Si bien no se realizaron determinaciones de ácido láctico y carbohidratos solubles, dado los valores de pH obtenidos (4,1) a los 40 días post confección del ensilado, se pudo inferir que se logró la estabilización requerida para su conservación y utilización (Frioni, 1999; Cerdá & Materola, 2018; Villa *et al.*, 2010).

La incorporación de heno de moha en la confección del ensilaje tuvo un efecto absorbente evitando la pérdida de nutrientes por excesiva lixiviación (McDonald *et al.*, 1991; Álvarez *et al.*, 2015).

En referencia al consumo de ensilado de destrío de tomate en este trabajo, se coincide con Repetti & Bava (2008) que por la aceptación de dicha biomasa residual, las cabras

pueden adaptarse a una amplia gama de alimentación siendo más versátil que otros rumiantes domésticos. Cuando los rumiantes consumen forraje y reciben suplementos, el consumo del forraje generalmente disminuye, lo cual es conocido como efecto de sustitución (Kellaway & Porta, 1993; Stockdale, 2000; Arias *et al.*, 2017). La disminución del consumo de heno de moha en el tratamiento que incluyó ensilado de destrío de tomate, es factible que se deba al comportamiento ingestivo propio de la cabra, el cual es regulado mediante la relación heno de moha /silo verificándose dicho proceso de sustitución. Este efecto a su vez permitió obtener resultados positivos en el consumo de energía metabolizable (Kusina *et al.*, 2001; Megías *et al.*, 2008) cuando fue incorporado destrío de tomate ensilado y balanceado a la dieta (0,500 Kg/día y 0,100 Kg/día de materia tal cual respectivamente). Se difiere en los valores de digestibilidad obtenidos en este estudio, probablemente porque los porcentajes de FDN en la dieta que incluyó tomate fueron elevados (63%), producto de la cantidad de ésta fracción que este fruto posee (FEDNA, 2016).

Si bien no se registraron mejoras en los parámetros de degradabilidad ruminal y digestibilidad del tracto total, el efecto sustitutivo permitió utilizar un 29,31% menos de heno de moha, independizándose de altos costos de alimentación que pueden ser una amenaza para la viabilidad del sector (Castel Genis *et al.*, 2007).

Los resultados de los registros de PV de las cabras, permiten comprobar que la incorporación del destrío de tomate no superior al 20% de la ración (Gasa, 1992), aporta un valor nutritivo que puede cubrir tanto las necesidades de mantenimiento (Megías *et al.*, 2008) como las de producción (Romero-Huelva *et al.*, 2012; Álvarez, 2014) y lograr potencialmente un valor diferencial de productos (García *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN:

A partir de dos dietas isoproteicas e isoenergéticas formuladas para cabras en mantenimiento, la que incluyó silo de tomate permitió mejorar los niveles de consumo de energía metabolizable, como así también convertir un desecho de la industria hortícola en un recurso apto para la alimentación de pequeños rumiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Abbeddoua, S., S. Riwahib, M. Zakloutab, A. Mayera, H. Hessc, L. Iniguez & M. Kreuzera. 2008. Feeding value of under-utilized food byproducts and forages as alternatives to conventional feeds for Syrian Awassi sheep Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. University of Hohenheim, October 7-9.

Agroindustrias, 2017. https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/archivos/000030_Informes/000994_Informe%20del%20Mercado%20Externo%20del%20Tomate%20-%202017.pdf

Alarcón-Zayas A; P. Barreiro-Elorza; T. Boicet Fabré; M. Ramos-Escalona; J.A Morales-León. 2018. Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y fisicoquímicos de la calidad del tomate. Rev. Cubana Quím., vol. 30:2, 243-255

AOAC. 1995. Dry matter in Animal Feed. Method number 934.01. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn. vol. I. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, pp, I (Chapter 4).

Arias, R.O; M.G. Muro, M.S. Trigo, S. Deschamps, J. Origlia, D. Gornatti Churria, A. C. Cattáneo & C.A. Cordiviola. 2017. Effect of type of hay and concentrate level in intake and digestibility in diets for goats. International Journal of Sciences. Vol 6:2, 35-42.

Basso, N; M. Brkic, C. Moreno, P. Pouiller, A. Romero. 2016. Valoremos los alimentos, evitemos pérdidas y desperdicios. DIAETA. 34 (155):25-32.

Castel Genis, J.M.; Ruiz Morales, F.A.; Mena Guerrero, Y. y Sánchez Rodríguez, M. 2007. Agricultura Familiar en España. La ganadería caprina en España: evolución y perspectivas. Fundación Estudios Rurales, 246- 257.

Cerda, D & H. Manterola. 2018. Características nutritivas y potenciales del ensilaje de residuos hortícolas <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/caracteristicas-nutritivas-potencial-ensilaje-t32176.htm>

Correa A. Relevamiento de Índices Productivos Productores Lecheros Caprinos Provincia de Buenos Aires. Cuarto Informe Anual de Actividades (2005-2006). SAGPyA. 2006. p. 2-13.

Dupuis, I. 2015. Evaluación de subproductos agroalimentarios para la alimentación animal en Canarias: análisis geográficos, de viabilidad y desarrollo metodológico. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Santa Cruz de Tenerife. 132 pp.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics data base. [Online] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. 2017.

Frioni, L.1999. Fermentaciones lácticas y alcohólicas. aplicaciones biotecnológicas: leche y derivados, ensilados. In Procesos Microbianos. ed: Fundación Universal Nacional de Rio Cuarto Argentina. pp: 66-81

Galyean, M. L. 2010. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research. Texas Tech Univ. http://apps.depts.ttu.edu/afs/home/mgalyean/lab_man.pdf. Último acceso Agosto 2018.

García, A. I. M., Pérez, A. A., & Ruiz, D. R. Y. 2017. Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación del caprino lechero (I). *Albéitar: publicación veterinaria independiente*, (208), 34-37.

Gasa, J & C. Castrillo. Criterios de utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. 1992. ED: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario Dirección General de Infraestructuras y Cooperación. Madrid. 24 pp.

Gioffredo J. J. & A. Petryna. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Facultad de Veterinaria. 20 pp.

Giuffré, L. 2008. Agrosistemas: impacto ambiental y sustentabilidad. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 493 pp.

Harris, B. Jr. 1993. Harvesting, storing, and feeding silage to dairy cattle, Circular nº565 [Online <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/DS/DS16600.pdf>] Animal Science Department. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. USA.

Hofmann, R.R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecología* 78:443-457.

INDEC. 2017 Instituto Nacional de Estadística y Censos

Kellaway, R. & S. Porta. 1993. Feeding concentrates supplements for dairy cows. Dairy Research and Development Corporation. Australia. 176 pp.

Komarek, A. R., J. B. Robertson & P. J. Van Soest. 1994. Comparison of the filter bag technique to conventional filtration in the Van Soest Analysis of 21 feeds. In: Proc. Natl. Conf. on Forage Quality, Evaluation and Utilization, Lincoln, NE. pp.78.

Kusina NT, Chinuwo T, Hamudikuwanda H, Ndlovu LR, Muzanenhamo S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes of efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. Small Rum. Res. 39,283-288

Li, Y. L., T. A. McAllister, K. A. Beauchemin, M. L. He, J. J. McKinnon & W. Z. Yang. 2011. Substitution of wheat dried distillers grains with soluble for barley grain or barley silage in feedlot cattle diets: Intake, digestibility, and ruminal fermentation. J. Anim. Sci. 89:2491-2501.

López Gallego, F.; Rodríguez Meilán, J.; Rodríguez Medina, P. 2015. Incorporación de ensilado de pulpa de tomate en el cebo de terneros. Estudio técnico y económico. Centro de investigación Finca La Orden, Cicytex, Guadajira, 06817, Badajoz. *AIDA , XVI Jornadas sobre Producción Animal, Tomo I*, 236-238 .

Magias, M; F.G. Barroso; T. Martínez Moya; A. Teruel; F. Hernández, y J. Sánchez. 2008. El potencial del ensilado de tomate en la alimentación de pequeños rumiantes. Albéitar: publicación veterinaria independiente, N°. 115, 68-71.

Manterola, H., D. Cerda y J. Mira. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en alimentación de rumiantes. Ed. FIA. Santiago, Chile, 222 p.

McDonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.

Ministerio de Agroindustria (Minagri). Área de estadísticas caprina. [Online] http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/caprinos/estadisticas/archivos/000001_Indicadores/000002_Hist%C3%B3ricos/201700_Indicadores%20Carne%20Caprina%202017-12.pdf. 2017.

Molina-Alcaide E., E. Y. Morales-García A. I. Martín-García ,* H. Ben Salem ,† A. Nefzaoui & M. R. Sanz-Sampelayo. 2010. Effects of partial replacement of concentrate with feed blocks on nutrient utilization, microbial N flow, and milk yield and composition in goats. *J. Dairy Sci.* 93 :2076–2087 doi: 10.3168/jds.2009-2628

Moreno, A. 1988. Potencial de aprovechamiento ganadero de los subproductos hortícolas de la comarca agraria. Tesis Ingeniero agrónomo. Universidad de Córdoba, España. 135 p.

Ørskov, E. R., F. D. De b Hovell & F. Mould. 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production* 5: 195-213.

Papachristou, T.G. 1994. Foraging behaviour and nutrition of goats grazing on shrublands of Greece. In: Gordon, I.J. and Rubino, R. (eds) *Grazing Behaviour of Goats and Sheep*. Cahiers Options Méditerranéennes. 5: 83–90.

Romero-Huelva, M.; E. Ramos-Morales y E. Molina-Alcaide. 2012. Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial abundances, and milk yield and composition in dairy goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. Journal of Dairy Science. Vol.95. Pp 6015-6026.

SAS Institute Inc. 2004. SAS On line Doc* 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute. Inc.

SIGSA. Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales - Dirección Nacional de Sanidad Animal – SENASA. 2017, [Online] (<https://www.argentina.gob.ar/senasa/caprinos-sector-primario>).

Silanikove, N. 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments Small Ruminant Research. 35: 181–193.

Tablas FEDNA de necesidades nutricionales para rumiantes de cebo. 2008. S. Calsamiglia, A. Ferret, A. Bach. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 60 pp.

Tablas FEDNA de necesidades nutricionales para rumiantes de leche. 2009. S. Calsamiglia, A. Ferret, A. Bach. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 89 pp.

Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. 2016. S. Calsamiglia, A. Ferret, A. Bach. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 93 pp.

Úbeda Echarte, J.L.; Hernández, L.F.; Briones, A. 2004. Aprovechamientos de subproductos agrícolas en alimentación animal. INRA. Francia. Vol 4: 64-67.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. 476 pp.

Villa, Andrés F; Meléndez, Adelina P; Carulla, Juan E; Pabón, Martha L; Cárdenas, Edgar A. 2010. Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 23 (1) 65-77.

Tabla 1. Composición química de los alimentos utilizados.

<u>Item</u>	Heno de Moha	Ensilado Estrío tomate	Afrechillo trigo	Balanceado
MS	92	17	89	88
PB	4,2	9,06	15	18
EM	1,76	1,608	2,54	2,8
FDN	74,5	66,2	51	19
FDA	44,2	46,65	19	11

*Laboratorio de Nutrición animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP.

MS: materia seca (%)

PB: proteína bruta (%)

EM: Energía Metabolizable (Mcal/KgMS)

FDN: fibra detergente neutro (%)

FDA: fibra detergente ácido (%)

Tabla 2. Análisis de medias del CMST, CMSHM, CTEM, CTPB y DTIVMS según tratamiento.

<u>Item</u>	D ₀	D ₁	EE	P (valor)
PV (Kg)	49,11 ^a	50,5 ^b	0,565	0,004
CMST (kg/día)	0,896 ^a	0,871 ^a	0,049	0,692
CMSHM (Kg/día)	0,696 ^a	0,492 ^b	0,045	0,002
CTEM (Mcal/día)	1,502 ^a	1,785 ^b	76,425	0,008
CTPB (kg/día)	0,063 ^a	0,081 ^a	0,006	0,065
DTIVMS (%)	72,26 ^a	70,61 ^a	2,155	0,575

PV: Peso Vivo

D₀= Heno de moha y afrechillo de trigo.

D₁= Heno de moha, ensilado de destrío de tomate, afrechillo de trigo y balanceado.

CMST= Consumo de materia seca total.

CMSHM =Consumo materia seca del heno de moha.

CTEM= Consumo total de energía metabolizable.

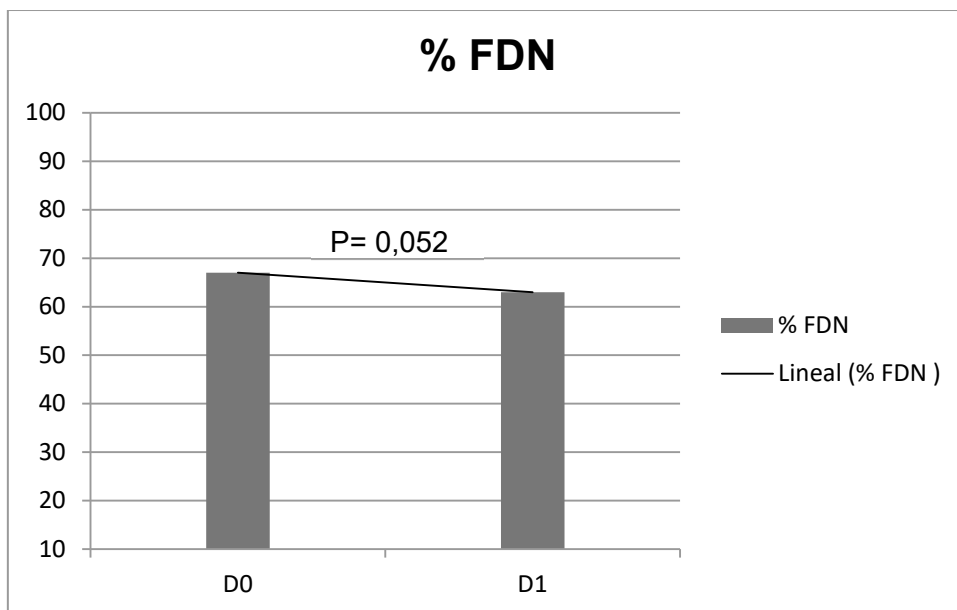
CTPB= Consumo total de proteína bruta.

DTIVMS= Digestibilidad *in vivo* de la materia seca consumida.

EE: Error estándar.

P valor: Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

Grafico 1. Porcentaje de FDN según dietas.



D₀= Heno de moha y afrechillo de trigo.

D₁= Heno de moha, ensilado de destrío de tomate, afrechillo de trigo y balanceado.

Grafico 2. Evolución diaria del pH ruminal según tratamiento.

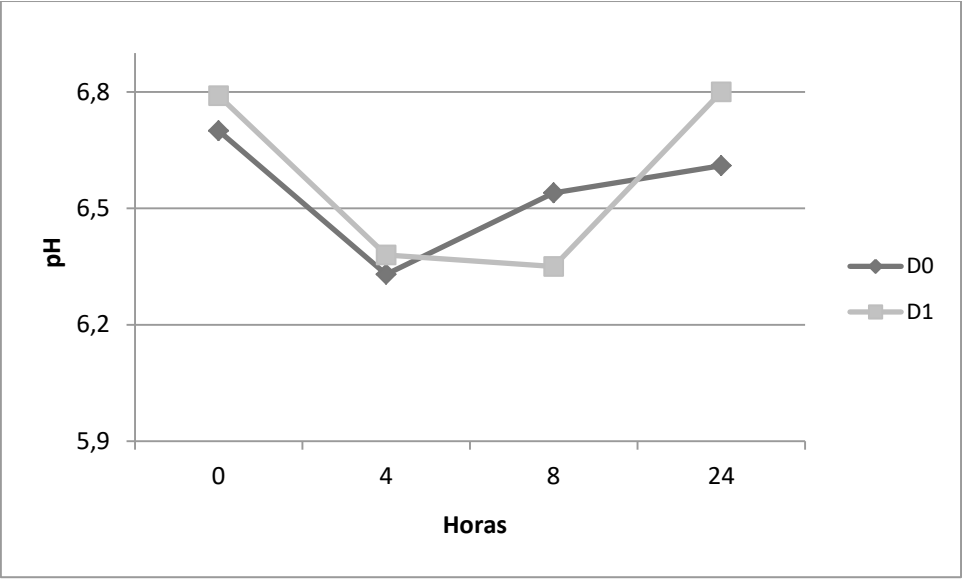
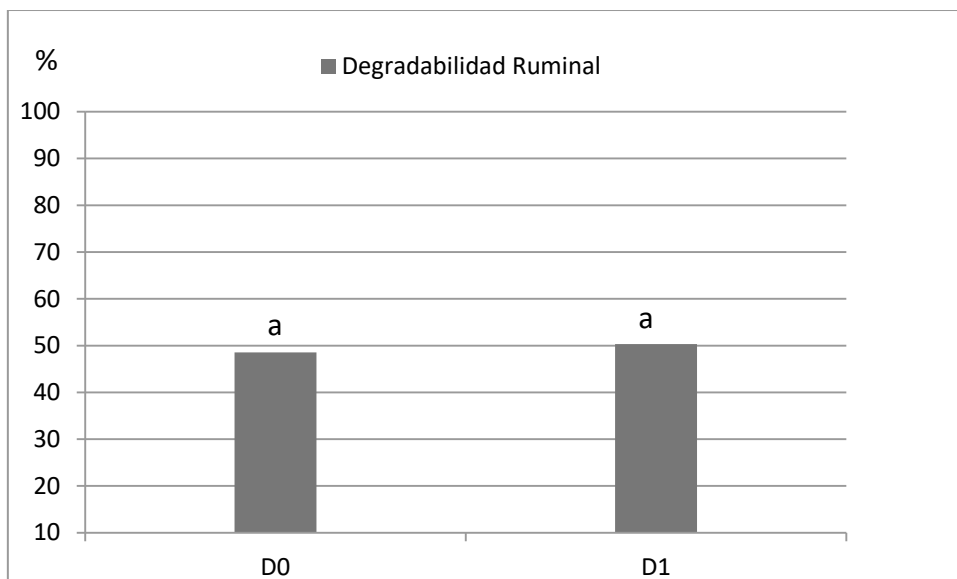


Gráfico 3. Degradabilidad ruminal del heno de moha según tratamiento.



D₀= Heno de moha y afrechillo de trigo.

D₁= Heno de moha, ensilado de destrío de tomate, afrechillo de trigo y balanceado.

Gráfico 4. Degradabilidad ruminal del heno de moha vs ensilado de tomate

